*Факультет программной инженерии и компьютерной техники*

*Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия,*

*Системное и прикладное программное обеспечение*

*Дисциплина «Дискретная математика»*

**Домашняя работа №6**

**" Сложение чисел с плавающей запятой"**

**Вариант №19**

Выполнил:

Ткачев Денис Владимирович

Группа P3111

Преподаватели:

Поляков И.В.

# Оглавление

[Оглавление 2](#_Toc182163289)

[Задание №1 2](#_Toc182163290)

[1.1 Формат Ф1 2](#_Toc182163291)

[2.1 Формат Ф2 5](#_Toc182163292)

Варианты заданий приведены в табл. 6 Приложения 1

Числа **A** и **B** в соответствии с номером варианта.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вариант** | **A** | **B** |
| 19 | 250,1 | 120,4 |

# Задание №1

1. Заданные числа ***А*** и ***В*** представить в форме с плавающей запятой в разрядных сетках форматов *Ф1* и *Ф2* с укороченной мантиссой (12 двоичных разрядов).

*Примечание:* общее число разрядов в формате – 20.

1. Выполнить операцию сложения заданных чисел со следующими комбинациями знаков операндов: “++”, “+−”, “−+” в разрядных сетках форматов *Ф1* и *Ф2*.
2. Результаты представить в форматах операндов, перевести в десятичную систему счисления и проверить их правильность.
3. Определить абсолютную и относительную погрешности результатов и обосновать их причину.
4. Сравнить погрешности результатов аналогичных операций для форматов Ф*1* и Ф*2* и объяснить причины их сходства или различия.

## 1.1 Формат Ф1

A = (250,1)10 = (FA,19999A)16 = (0,FA19999A)16 · 162

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

B = (120,4)10 = (78,666666)16 = (0,78666666)16 · 162

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| XA | = | – | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| XB | = | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| (XA-XB)пр. | = |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(XA-XB)=0;XC =XA =XB =2

**а) A>0, B>0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MA | = | + |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MB | = |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MC | = |  | 1 | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Результат сложения денормализован влево.  
  
MC = . 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 0  
  
Т.к. выполнен сдвиг мантиссы вправо, характеристику результата нужно увеличить на 1 (ХC = ХC + 1 = 3).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

С\* = МС · 16Рс = (0,172)16 · 163 = 370.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = 370,5 – 370 = 0,5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | 0,5 |  | · 100% = 0,13495% |
| 370,5 |

Результат получился представленным с избытком. Этот факт можно объяснить потерей значащих разрядов мантиссы результата при его нормализации.

**б) A>0, B<0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MA | = | – |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MB | = |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MC | = |  |  | . | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Результат вычитания нормализован.  
  
MC = . 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

С\* = МС · 16Рс = (0,81C)16 · 162 = 129,75.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = 129,7 – 129,75 = -0,05

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | -0,05 |  | · 100% = 0,03855% |
| 129,7 |

Результат получился представленным с избытком. Этот факт можно объяснить неточным представлением операндов.

**с) A<0, B>0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MB | = | – |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MA | = |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MC | = |  |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Результат вычитания нормализован и представлен в дополнительном коде.  
  
MC = . 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

С\* = МС · 16Рс = (-0,81C)16 · 162 = -129,75.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = -129,7 – (-129,75) = 0,05

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | 0,05 |  | · 100% = 0,03855% |
| -129,7 |

Результат получился представленным с избытком. Этот факт можно объяснить неточным представлением операндов.

## 2.1 Формат Ф2

A = (250,1)10 = (FA,19999A)16 = (0,11111010000110011001101)2 · 28

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

B = (120,4)10 = (78,666666)16 = (0,1111000011001100110011)2 · 27

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| XA | = | – | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| XB | = | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| (XA-XB)пр. | = |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

(XA-XB) = 1; XC = XA = 8

**а) A>0, B>0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MA | = | + |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MB | = |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MC | = |  | 1 | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Результат сложения денормализован влево.  
  
MC = . 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 0  
  
Т.к. выполнен сдвиг мантиссы вправо, характеристику результата нужно увеличить на 1 (ХC = ХC + 1 = 9).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

С\* = МС · 2Рс = (0,1011100101)2 · 29 = 370,5.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = 370,5 – 370,5 = 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | 0 |  | · 100% = 0% |
| 370,5 |

**б) A>0, B<0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MA | = | – |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MB | = |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MC | = |  |  | . | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Результат вычитания нормализован.  
  
MC = . 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

С\* = МС · 2Рс = (0,1000000111)2 · 28 = 129,75.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = 129,7 – 129,75 = -0,05

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | -0,05 |  | · 100% = 0,03855% |
| 129,7 |

Результат получился представленным с избытком. Этот факт можно объяснить потерей значащих младших у второго операнда при выравнивании порядков.

**с) A<0, B>0:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MB | = | – |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| MA | = |  | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| MC | = |  |  | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Результат вычитания нормализован и представлен в дополнительном коде.  
  
MC = . 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

С\* = МС · 2Рс = (-0,1000000111)2 · 28 = -129,75.  
  
Определим абсолютную и относительную погрешности результата:  
ΔС = -129,7 – (-129,75) = 0,05

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| δС = |  | 0,05 |  | · 100% = 0,03855% |
| -129,7 |

Результат получился представленным с избытком. Этот факт можно объяснить потерей значащих младших у второго операнда при выравнивании порядков.  
  
  
В формате Ф2 результаты получились точнее из-за того, что операнды представлены точнее и при нормализации результата сдвиг производился на один двоичный разряд, а не на четыре.